

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-294569

(43)Date of publication of application : 10.11.1995

(51)Int.Cl.

G01R 27/02  
G01N 25/00  
G05D 23/00  
H01L 21/26  
H01L 21/324

(21)Application number : 06-084388

(71)Applicant : NKK CORP

(22)Date of filing : 22.04.1994

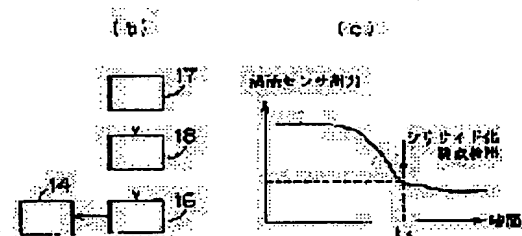
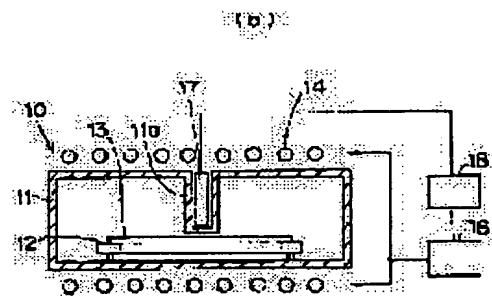
(72)Inventor : HARADA NAOKI  
YAMAMURA TOMOYUKI

## (54) APPARATUS AND METHOD FOR HEAT TREATMENT

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide a heat-treatment apparatus and its heat-treatment method in which a change in the resistance value of a conductive layer inside a heating furnace is detected by a noncontact-type resistance detection means and in which the change in the resistance value of the conductive layer is controlled precisely by controlling the temperature inside the heating furnace.

**CONSTITUTION:** A heating furnace 10 contains a quartz chamber 11, a quartz glass tube 11a which houses an eddy-current sensor 17 installed vertically on its upper side and heating lamps 14 which are installed at the upper part and the lower part of the quartz chamber 11. A temperature control system which controls the temperature of the heating furnace 10 is composed of a lamp control circuit 16 which controls the heating lamps 14, of the eddy-current sensor 17 which detects the resistance value of a silicide layer formed on a wafer put into the heated quartz chamber 11 and of an eddy-current arithmetic circuit 18 which corrects a signal from the eddy-current sensor 17 and which outputs a signal to the lamp control circuit 16.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-294569

(43) 公開日 平成7年(1995)11月10日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 R 27/02	R			
G 0 1 N 25/00	P			
G 0 5 D 23/00	F			
H 0 1 L 21/26				

H 0 1 L 21/ 26

L

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平6-84388

(22) 出願日 平成6年(1994)4月22日

(71) 出願人 000004123

日本鋼管株式会社

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号

(72) 発明者 原田 直樹

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日  
本鋼管株式会社内

(72) 発明者 山村 知之

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日  
本鋼管株式会社内

(74) 代理人 弁理士 瀧野 秀雄 (外1名)

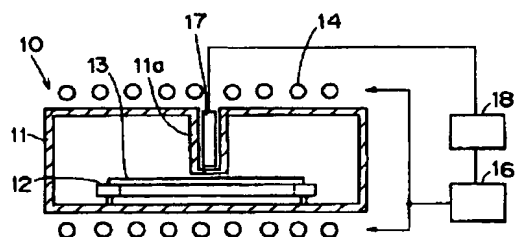
(54) 【発明の名称】 熱処理装置及びその熱処理方法

(57) 【要約】

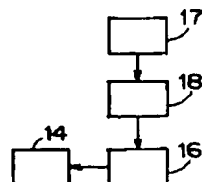
【目的】 加熱炉内の導電層の抵抗値の変化を非接触型の抵抗検出手段で検出し、加熱炉内の温度を制御することで導電層の抵抗値の変化を正確に制御し得る熱処理装置及びその熱処理方法を提供することを目的とするものである。

【構成】 加熱炉10が石英チェンバ11と、その上側に垂設された渦流センサ17を収納する石英ガラス管11aと、その石英チェンバ11の上下に設けられた加熱ランプ14とを含み、加熱炉10の温度を制御する温度制御系が、加熱ランプ14を制御するランプ制御回路16と、加熱された石英チェンバ11内に投入されたウエハに形成されるシリサイド層の抵抗値を検出する渦流センサ17と、渦流センサ17からの信号を補正してランプ制御回路16に信号を出力する渦流センサ演算回路18とからなるものである。

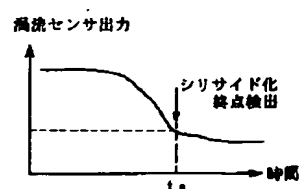
(a)



(b)



(c)



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 導電層を形成する熱処理装置に於いて、加熱炉と、  
前記加熱炉内で形成される導電層の抵抗値の変化を検出する非接触型の抵抗値検知手段と、  
前記抵抗値検出手段からの出力に基づいて前記加熱炉の温度を制御する制御手段と、  
を有することを特徴とする熱処理装置。

【請求項2】 導電層を形成する熱処理装置に於いて、加熱炉と、  
前記加熱炉内で形成される導電層の抵抗値の変化を検出する非接触型の抵抗値検知手段と、  
前記加熱炉内の温度を測定する温度検出手段と、  
前記温度検出手段と前記抵抗値検出手段との出力に基づき、前記加熱炉の温度を制御する制御手段と、  
を有することを特徴とする熱処理装置。

【請求項3】 加熱に伴う半導体基板上の導電層の抵抗値の変化を非接触型の抵抗値検出手段で測定し、前記抵抗値検出手段からの出力に基づき前記半導体基板の加熱温度を制御して、前記導電層の抵抗値を所定値に設定することを特徴とする熱処理方法。

【請求項4】 加熱に伴う半導体基板上の導電層の抵抗値の変化を非接触型の抵抗値検出手段で測定するとともに、前記半導体基体の表面温度を温度検出手段で測定し、前記抵抗値検出手段と前記温度検出手段からの出力に基づき前記半導体基体の加熱温度を制御して、前記導電層の抵抗値を所定値に設定することを特徴とする熱処理方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、熱処理で抵抗値が変化する導電層の形成に好適な熱処理装置及び熱処理方法に関し、一例とし、渦流センサ等の非接触抵抗値検知手段を採用して、半導体基板上に形成されるシリサイド層の抵抗値が目標値になるように熱処理を制御し得る熱処理装置及び熱処理方法に係るものである。

## 【0002】

【従来の技術】図5(a)は、従来の放射熱源による熱処理装置の概要を示す図であり、この熱処理装置は半導体装置の製造工程で多用されるアニール工程に適した熱処理装置である。同図に於いて、加熱炉は、石英管や石英容器（以下、石英チャンバと称する）1と、石英チャンバ1の上方及び下方に配置された棒状のハロゲン白熱電球等の加熱ランプ4と、ウエハからの放熱により温度を検出する放射温度計5と、この放射温度計5からの出力に基づいて加熱ランプ4の照射量及び照射時間を制御するランプ制御回路6とを有している。

【0003】石英支持台（トレイ或いはポート）2の載置されたウエハ3は、石英チャンバ1内に投入され、加熱ランプ4によって加熱される。この時、ウエハ3の表

面から放射される熱を放射温度計5で検出し、放射温度計5からの出力がランプ制御回路6に入力される。ランプ制御回路6は、放射温度計5により検出される温度情報とランプ制御回路6内で設定される時間情報とで定まる実測温度プロファイル（目標値）に近づくか、一致するように、制御信号を加熱ランプ4に出力する。この制御信号により加熱ランプ4への通電により加熱温度が制御される。

【0004】例えば、このウエハ3上に金属化合物層（シリサイド層）を全面又は部分的に形成する為には、一例としてポリシリコン層上にアモルファス状の高融点金属層を堆積する。このようなウエハ3を熱処理すると、一定温度以上で金属化合物化（シリサイド化）が進行して低抵抗の導電層が形成される。このシリサイド化による低抵抗化の進行は、最終的には概ね一定値に収束する。このシリサイド化は熱処理温度と処理時間とのパラメータで規定することができる。それ故、上記の実測温度プロファイルが目標プロファイルとなるように加熱ランプ4を制御することで、目標通りの低抵抗値を有する導電層を形成することができる。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述の加熱炉を用いて、ウエハにアニール工程等の熱処理を施して、ウエハの上に低抵抗の導電層を形成する場合には次のような問題がある。まず、その温度測定は、その炉内のウエハの表面温度を放射温度計で測定して行っており、アニール工程では、熱処理温度と熱処理時間がその製造条件のパラメータとなる。通常、放射温度計を用いて正確な温度を測定するためには、予め実測して放射率を求め、その放射率で放射温度計の出力を補正する必要がある。従って、製造工程の途中で測定対象の膜厚や組成状態が変動するような場合は、被検知体の放射率自体が変動することになり、変動分だけ予め補正用の放射率を求めない限り、正確な温度を検出することができないが、実際はこのようなデータを揃えるのは困難である。それ故、放射温度計の出力に基づいて正確な温度制御を行うことはできないことになり、ひいては導電層の高精度な抵抗値制御を望むことは困難であり、高精度な抵抗値が要求される熱処理装置としては好ましくない。

【0006】次に、図5(b)の温度プロファイルを参照して、この加熱炉における放射率の変動による問題点について詳細に説明する。図5(b)は縦軸が温度、横軸が時間のパラメータを示し、温度Tは目標とするウエハの温度であり、 $T-\Delta t$ は実際のウエハの温度を示し、 $\tau$ は予め設定された熱処理時間である。（イ）は目標とする温度プロファイルであり、（ロ）は実際の温度プロファイルを示している。例えば、放射温度計で測定される放射率がプロセス変動によって上昇した場合、実際の温度プロファイルは（ロ）の温度プロファイルとなり、その時のウエハ温度は目標温度Tより $\Delta t$ 低い温度

( $T - \Delta t$ ) となり、この目標温度  $T$  より下回る温度で熱処理時間  $\tau$  が経過することになる。即ち、ウエハ上のシリサイド化が予定通りに進まず、所望の低抵抗値にならないか、或いは  $\Delta t$  が大きい場合は、シリサイド化そのものが進行しないままアニール工程を終了することもあり得る。

【0007】このようなプロセス変動に対応するべく、目標通りの抵抗値を有するシリサイド化を達成するには、実験計画法等に基づく種々の条件を変えて、データサンプリングを行って、シリサイド化を実現する為の多数のデータを収集する必要がある、多くの時間と労力を費やすことになり現実的ではない。このような問題点を解決する方法の一つとし、熱処理をする前にウエハ裏面に付着した膜をプラズマエッチング等の方法で剥離して、ウエハの地肌からの放射される放射光或いは輻射熱の放射率を略一定なものとして放射熱の測定を行う方法がある。しかし、ウエハをレジスト塗布、ドライエッチング、レジスト剥離、洗浄等の工程が増え、合理的でなく、而も、前処理後に、熱処理によって化学反応により状態が変化する場合には、何ら解決手段とはならない。

【0008】本発明は、上述のような課題に鑑みなされたものであって、非接触型の抵抗値検知手段を備える熱処理装置であって、加熱炉内の導電層の抵抗値の変化を非接触型の抵抗値検知手段で検出し、加熱炉内の温度を制御することで導電層の抵抗値の変化を正確に制御し得る熱処理装置及び熱処理方法を提供することを目的とするものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本発明の第1の熱処理装置は、導電層を形成する為の熱処理装置であって、加熱炉と、前記加熱炉内で形成される導電層の抵抗値の変化を検出する非接触型の抵抗値検知手段と、前記抵抗値検出手段からの出力に基づいて前記加熱炉の温度を制御する制御手段と、を有することを特徴とするものである。

【0010】又、本発明の第2の熱処理装置は、導電層を形成する為の熱処理装置であって、加熱炉と、前記加熱炉内で形成される導電層の抵抗値の変化を検出する非接触型の抵抗値検知手段と、前記加熱炉内の温度を測定する温度検出手段と、前記温度検出手段と前記抵抗値検出手段との出力に基づき、前記加熱炉の温度を制御する制御手段と、を有することを特徴とするものである。

【0011】又、本発明の第1の熱処理方法は、加熱に伴う半導体基板の導電層の抵抗値の変化を非接触型の抵抗値検出手段で測定し、前記抵抗値検出手段からの出力に基づき前記半導体基板の加熱温度を制御して、前記導電層の抵抗値を所定値に設定することを特徴とする熱処理方法である。又、本発明の第2の熱処理方法は、加熱に伴う半導体基板の導電層の抵抗値の変化を非接触型の抵抗値検出手段で測定するとともに、前記半導体基

体の表面温度を温度検出手段で測定し、前記抵抗値検出手段と前記温度検出手段からの出力に基づき前記半導体基板の加熱温度を制御して、前記導電層の抵抗値を所定値に設定することを特徴とする熱処理方法である。

【0012】

【作用】本発明の熱処理装置及びその熱処理方法は、アモルファス状の薄膜と金属薄膜をアニール工程を経て金属化合物を形成して導電性を付与するものであり、熱処理による金属化合物の形成に伴って薄膜の抵抗値が減少して行くことに着目したものであり、以下、請求項に対応して説明する。請求項1の熱処理装置は、非接触型の抵抗値検出手段を備えることによって、熱処理による導電層の抵抗値の変化を検出して精度の良い抵抗値を有する導電層を形成し得る熱処理装置である。請求項2の熱処理装置は、加熱炉内に設けられた導電層の抵抗値を検出し得る非接触型の抵抗値検出手段と、加熱炉内の温度を検出する温度検出手段とを備えることによって、熱処理による導電層の抵抗値の変化を検出して精度の良い抵抗値を有する導電層を形成し得る熱処理装置である。請求項3の熱処理方法は、加熱に伴う半導体基板の導電層の抵抗値を、非接触型の抵抗値検出手段で検出することによって、半導体基板の加熱温度を制御して導電層の抵抗値を所望の値に設定し得る熱処理方法である。請求項4の熱処理方法は、加熱に伴う半導体基板の導電層の抵抗値を、非接触型の抵抗値検出手段と半導体基板の表面温度を温度検出手段で検出することによって、半導体基板の加熱温度を制御して、導電層の抵抗値を所望の値に設定し得る熱処理方法である。

【0013】

【実施例】

（実施例1）以下、本発明に係る熱処理装置及びその熱処理方法の一実施例について、図1(a)乃至(c)を参照して説明する。図1(a)に於いて、加熱炉10は、石英チューブや石英容器(石英チャンバ)11にウエハの投入口(図示せず)が設けられ、石英チャンバ11の上側に渦流センサ17を収納する筒状の石英ガラス管11aが垂設されている。石英チャンバ11の上方及び下方には、例えば棒状のハロゲン白熱電球からなる放射熱源としての加熱ランプ14が設けられ、加熱ランプ14の光を効率よくウエハに照射される為に、通常、加熱ランプ14を覆うように反射板(図示せず)が設けられており、ウエハの面内温度分布が均一となるようにランプの出力がコントロールされる。この加熱炉10は、アモルファス状の層を再結晶させるアニール工程等に用いられるものであり、例えば、ウエハ13の表面に、ポリシリコン層やアモルファスシリコン膜とチタン薄膜とが順次積層され、このウエハ13の積層面を上にして石英支持体(トレー又はポート)12に載置されて、石英チャンバ10内に投入され、加熱ランプ14を点灯させてウエハ13を加熱する。

【0014】渦流センサ17のプローブは、直径が35mmであり、その長さが50mm程度のコイル或いは光学的に透明で耐熱性のある薄膜状のヘリカルコイル等から形成される。渦流センサ17には交流電流が流され、ウエハ13の表面の抵抗値の変動に応じて、プローブに発生する磁束密度が変化することで抵抗値を検出することができる。この渦流センサ17のプローブの設置位置は、高い検出感度を得る為に、石英ガラス管11aに渦流センサ17を挿入した状態で、ウエハ12の表面から5~6mm程度の位置に設置される。無論、この渦流センサ17のプローブの設置位置は、渦流センサ17から発生する磁束密度に依存するので、かならずしもこの位置に限定するものではなく、検出感度を勘案して適宜に設定すればよい。渦流センサ17のプローブにより、ウエハの内面温度の均一性が損なわれる場合には、例えば、渦流センサ17近傍の加熱源とウエハ表面との距離を、他の位置の加熱源をウエハ表面との距離よりも小さくすることで温度分布を変えたり、渦流センサ17近傍の加熱源の出力を他の位置の出力より大きくなるように制御してもよい。

【0015】次に、本発明の加熱処理方法について説明する。この加熱処理方法は、熱処理によって抵抗値が変化するものを対象とするものであり、図1(b)のブロック図に基づいて説明する。図1(b)に於いて、渦流センサ演算回路18は、渦流センサ17の出力を増幅する機能を含み、渦流センサ17の出力信号を抵抗値に変化する機能を有し、温度補償機能を備えてもよい。ランプ制御回路16は、中央制御装置(CPU)やデータを蓄積する記憶装置等を有する。ランプ制御回路16の中央制御装置では、プログラムに従って、まず、加熱ランプ14を点灯して加熱炉10内の温度を上昇させ、続いて、渦流センサ演算回路18からの実測抵抗値に対応する信号と予めプログラムされた目標値とのデータの比較を行って、両者の差分をゼロにするように加熱ランプ14の出力を制御(PID制御)しつつ、シリサイド化の終点判定を行う。無論、シリサイド化の進行が確認された時点で温度を一定に保持して熱処理時間を制御すればよく、所定の抵抗値のシリサイド層が形成される。

【0016】このプログラムされた目標値は、例えば、一定温度以上において進行するシリサイド化反応に対応して変化するシリサイド層の理想的な抵抗値或いは設計値である。記憶装置に蓄積された制御プログラムは、渦流センサ17の出力に対応する実測抵抗値が所定の値になる場合に、やはり記憶装置に蓄積されているデータを参照して、石英チャンバ11の上下に複数配置される加熱ランプ14の各ランプを制御する。無論、各ランプ毎に異なる制御信号を送って各ランプの出力を変えて、加熱されているウエハ13の面内温度分布を積極的に変える形式にしてもよい。

【0017】仮に、ウエハ12の表面に積層された積層

膜が、ポリシリコン層やアモルファスシリコン膜とチタン(Ti)薄膜であったとすると、加熱に伴って化学反応が進行してシリサイド化が進むに連れて、積層膜の抵抗値は低下する。因に、チタン薄膜の比抵抗は $4.3 \sim 4.7 \times 10^{-6} \Omega \text{cm}$ であるが、シリサイド化されてチタンシリサイドとなると、その抵抗値は $1.0 \sim 2.5 \times 10^{-6} \Omega \text{cm}$ となる。従って、この抵抗値の変化を渦流センサ17で検出し、渦流センサ17の出力が所定の値、即ち、所定の抵抗値(目標値)に達したことをランプ制御回路16で検出して、加熱ランプ14を消灯させるようにして所定の抵抗値に設定するものである。尚、シリサイド層の抵抗値は、十分シリサイド化が進むと、概ね一定値に収束する。従って、渦流センサ17で検出された抵抗値がシリサイド化の進行に伴って一定値に達したことを非接触型の抵抗値検出手段によって検出した場合は、その時点で終了させることができるので必要以上に熱処理を行うことがなく、他の回路素子への悪影響を回避できる。

【0018】無論、ポリシリコン層の下側に別の導電層がある場合であっても、この導電層がパターンニングされていて小面積に切り分けられている場合、又は、抵抗値変動が殆ど問題にならない程度に小さければ、そのウエハは本発明の熱処理装置及び熱処理方法を適応できることは明かである。更に、このようなウエハは、半導体装置を製造する過程で多く見られ、このような半導体装置に異常な加熱が避けられるので他の回路への悪影響を防止できる。又、そのプローブは、その性質に応じて耐熱性樹脂或いは布等で保護してもよく、渦流センサ17に温度特性がある場合には、その温度特性を予め渦流センサ演算回路18に記憶させて、渦流センサ17の出力を補正することによって、より正確に抵抗値を検出することができる。無論、渦流センサ17を冷却する方法によってもよいことは明かである。即ち、この実施例の熱処理装置は、熱処理の制御パラメータとして従来処理時間で行っていたものに対して、渦流センサ等の非接触型抵抗値検出手段によって加熱炉内の試料の抵抗値の変化と処理時間のパラメータで熱処理を行うものである。

【0019】(実施例2)次に、本発明に係る熱処理装置及びその熱処理方法の他の実施例について、図2乃至図4を参照して説明する。図2に於いて、加熱炉10は、先の実施例と同一であるので簡単に説明すると、石英チャンバ11にウエハの投入口が設けられ、石英チャンバ11の上側に渦流センサ17を収納する筒状の石英ガラス管11aが垂設されている。石英チャンバ11の上方及び下方には、加熱ランプ14が設けられ、加熱ランプ14の光を効率よくウエハに照射される為に、加熱ランプ14を覆うように反射板が設けられている。この加熱炉10は、アモルファス構造を再結晶させるアニール工程等に用いられるものであり、例えば、ウエハ13の表面に、ポリシリコン層やアモルファスシリコン膜と

チタン薄膜とが順次積層され、このウエハ13の積層面を上にして石英支持台12に載置して、石英チャンバ10内に投入し、加熱ランプ14を点灯させてウエハ13を加熱する。

【0020】この加熱炉10は、渦流センサ17の出力は、渦流センサ演算回路18に入力されて信号処理されてランプ制御回路16に入力される。渦流センサ演算回路18は、先に説明したように、出力信号を抵抗値に対応した信号に変換する機能を備え、ランプ制御回路16は中央制御装置(CPU)と、制御プログラムやデータなどを蓄積する記憶装置等を有する。加熱炉10内の温度を放射温度計15で測定して、その出力をランプ制御回路16に入力する。放射温度計15と渦流センサ演算回路18からの信号はそれぞれランプ制御回路16で処理され、ランプ制御回路16からの制御信号に基づいて、加熱ランプ14が制御され、ウエハの導電層が所定の抵抗値に設定される。

【0021】無論、この渦流センサ17のプローブの設置位置は、先に説明した通りであり、そのプローブは、その性質に応じて耐熱性樹脂或いは布等で保護してもよく、渦流センサ17に温度特性がある場合には、その温度特性を予め渦流センサ演算回路18に記憶させて、渦流センサ17の出力を補正することにより、より正確に温度を検出することができる。又、渦流センサ17を冷却する方法によってもよいことは、先の実施例と同様である。

【0022】次に、熱処理方式の他の実施例について、図3のブロック図に基づいて説明する。図3に於いて、ランプ制御回路16は、中央制御装置(CPU)等からなり、予めプログラムを記憶する記憶装置を有し、加熱炉10内のウエハ13の表面温度を測定する放射温度計15から信号P<sub>1</sub>と渦流センサ演算回路17からの割り込み信号P<sub>2</sub>が夫々供給されて信号処理され、加熱ランプ制御信号P<sub>3</sub>を加熱ランプ14に印加して温度制御がなされている。渦流センサ17からの渦流センサ信号P<sub>4</sub>は、渦流センサ演算回路18で処理されて抵抗値に変換されてランプ制御回路16に供給されている。先に、説明したように、渦流センサ演算回路18は渦流センサ17からの信号を増幅してその出力を抵抗値に変換するものである。渦流センサ17に温度特性がある場合に、温度補正を行って測定値を補正する機能を備えるようにしてもよい。又、ランプ制御回路16には時間計測機能を備え、設定温度到達後に所定の時間が経過した場合に、渦流センサ演算回路18に指令する指令信号P<sub>5</sub>を発信して、渦流センサ17を制御するようになされている。無論、この制御方式は、プログラムを変更することによって任意に設定し得る。

【0023】続いて、図4(a)、(b)を参照して熱処理方式について詳細に説明すると、石英チャンバ11内には、例えば、ウエハの上にポリシリコン膜やアモル

スファスシリコン膜を堆積し、更に、チタン(Ti)を堆積し、石英支持台2に載置されて、石英チャンバ11内に投入される。ランプ制御回路16から加熱ランプ制御信号P<sub>6</sub>が加熱ランプ4に印加されて石英チャンバ11が加熱される。図4(a)に示すように、時刻t<sub>1</sub>で炉内の温度は徐々に上昇する。ランプ制御回路16には予め決められた温度パターンが記憶されており、その記憶された温度パターンに従って温度が制御されて上昇し、時刻t<sub>2</sub>で所定の温度に達する。

【0024】炉内の温度が所定の値に設定され、加熱開始時刻t<sub>1</sub>からある決められた時刻t<sub>2</sub>に達すると、ランプ制御回路16から渦流センサ演算回路18へ渦流センサ17を動作を開始する指令信号P<sub>7</sub>が出力される。無論、予め渦流センサ17を動作状態にしてもよい。熱処理によって炉内に投入されたウエハの表面のシリサイド化が進行すると、図4(b)に示すように、渦流センサ17の出力は徐々に減少して行く。無論、シリサイド化が進行していない時は更に加熱して温度を上昇させてシリサイド化の進行を確認する。

【0025】シリサイド化に伴い抵抗値が減少して行き、時刻t<sub>3</sub>で所定の抵抗値(目標値)に達して、渦流センサ演算回路18で終点判定を行って割り込み信号P<sub>8</sub>をランプ制御回路16に供給して、加熱ランプ14を制御して予め設定された降下温度パターンとなるようにする。渦流センサ17を作動状態に維持して冷却後のシリサイド層の抵抗値を測定して所定の抵抗値が得られていることを確認して時刻t<sub>4</sub>で熱処理工程を終了する。従って、抵抗値が目標値に達しても熱処理が継続されるおそれがない。実施例は、最終判定を渦流センサ演算回路18でなされているが、ランプ制御回路16で判定して加熱ランプ14を制御するようになしてもよい。又、予め加熱炉10を加熱してからウエハを投入してもよい。更に、石英チャンバ11を光の照射のみならず予備加熱を行うヒータを備えてもよいことは明らかである。この実施例では、加熱炉が加熱温度と、加熱炉に投入されるウエハの表面に形成れる導電層の抵抗値と熱処理時間のパラメータによって制御される熱処理装置である。

【0026】上述のように、本発明の熱処理装置及びその熱処理方式は、ウエハ表面にポリシリコン層やアモルファスシリコン膜等を堆積し、更に、チタン(Ti)、タングステン(W)、モリブデン(Mo)、ニッケル(Ni)等の少なくとも何れか一つを堆積して、熱処理することによってシリサイド層(金属化合物)が形成され、このシリサイド化(金属化合物化)は熱処理によって化学反応が進行してその膜の抵抗値は減少して行くことに着目してなされたものである。加熱炉内にウエハを載置して、加熱によってウエハの表面に形成されるシリサイド層の抵抗値を渦流センサで検出して、加熱炉内のウエハの温度を制御して、シリサイド層を形成するものである。抵抗値の測定は、非接触型で抵抗値を測定する



方法は必ずしも渦流センサである必要はなく、非接触型の抵抗測定手段であればよく、光学的手法によって抵抗値を推定する方法であってもよいことは明らかである。

【0027】無論、デバイスの製造過程では、絶縁膜を通して、下層に導電膜があることもあるが、パターンニングされており、ウエハの全面に形成された最上層のシリサイド層と比較して、その面積は相対的に小さくその影響が無視できると共に、また、下層の導電層は既にパターンニングされており、その抵抗値は一定であるので、渦流センサ 17 に流れるバイアス電流としてのみ作用して、検出には支障がなく、最上層の導電層の抵抗値を検出することができる。又、渦流センサ演算回路 18 では、下層の導電層によるバイアス電流を、電気的に取り除いてシリサイド化による抵抗変化分のみを導出することも可能である。

【0028】

【発明の効果】上述のように、本発明の第 1 の熱処理装置は、従来のように、予め設定された温度条件及び処理時間でシリサイド層を形成するものではなく、熱処理による導電層の抵抗値の変化を、非接触型の抵抗値測定手段によって測定しつつ、熱処理の制御を行うものであり、直接抵抗値を検出することなく、シリサイド層の抵抗値が所定の値に達したことを検出して、シリサイド化の終点判定を行うことができるものである。従って、従来のように放射温度計の出力を補正して、その結果に基づいて温度プロファイルにより抵抗値を予測・推定して加熱炉を制御する必要がなく、加熱炉内で形成される導電層の化学変化に伴う抵抗値変化をより正確に察知して所定の抵抗値のシリサイド層を形成することができる利点がある。又、本発明の第 2 の熱処理装置は、加熱炉内の温度を計測する非接触型温度計の出力と、熱処理により抵抗値が変化する導電層の抵抗値を検出する非接触型の抵抗値検出手段の出力とに基づいて、加熱制御を行うので、一定の温度以上で起こるシリサイド化に代表される化学反応を炉内で制御するのに好適なものであり、シリサイド層の抵抗値を正確に而も効果的に制御することができる利点がある。即ち、加熱温度を一定以上に保った上で化学反応の進行に応じて加熱を停止することができるので、化学反応の進行を停止する制御は、抵抗検知手段の出力を利用し、精度を要求されない段階でのシリサイド化は、非接触型温度計で制御することができるので、シリサイド化の初期の段階から最終段階まで適正な制御がなし得る。

【0029】又、本発明の第 1 の熱処理方法は、加熱に伴う半導体基板の上の堆積層のシリサイド化の進行の制御を、抵抗値の変化として非接触型抵抗値検出手段（渦流センサ）で検出して加熱制御をより高精度に行うことができるので、シリサイド層を配線又は導電層を有する半導体装置の高品質化に資する。又、本発明の第 2 の熱処理方法は、加熱に伴う半導体基板の上の堆積層のシリ

サイド化の進行の制御を、シリサイド層の抵抗値の変化を非接触型抵抗値検出手段（渦流センサ）の出力と、半導体基板の温度を非接触温度計の出力とに基づいて行うので、半導体装置を製造する上で必要な所望の抵抗値を有するシリサイドの形成をより適正に制御することができ、シリサイド層を配線又は導電層を有する半導体装置の高品質化に一層効果的である。更に、本発明の第 1 と第 2 の熱処理方法は、導電層が所定の抵抗値に達した時点で、熱処理を終了させることができるので、必要以上に熱処理時間が経過することがないので、他の同一基板に形成された回路素子への悪影響を回避することができる利点がある。又、本発明の熱処理装置及びその熱処理方法は、従来のように、ウエハ面の放射温度計のみに頼る熱処理装置及び熱処理方法では、精度を高める為に、ウエハの裏面に付着している膜を剥離する為の洗浄工程等を必要とするが、本発明によれば、これらの処理工程で必要とするウエハ基板反転設備等を必要としないので、生産性が向上する利点がある。又、本発明の熱処理装置及びその熱処理方法は、シリサイド化を検出して温度制御がなされるので、プロセス変動によって放射率等が変動しても熱処理温度と熱処理時間を自動的に制御することができる利点がある。

【0030】〔付記的事項〕以下に、本発明が包含する他の構成要件の態様について説明する。

①本発明は、加熱に伴う半導体基板上の堆積層のシリサイド化の進行によって変化する前記堆積層の抵抗値を渦流センサにより測定し、前記渦流センサの出力に基づき前記加熱を制御して、前記堆積層の抵抗値を所定値に設定することを特徴とする熱処理方法である。

②本発明は、加熱に伴う半導体基板上の堆積層のシリサイド化の進行によって変化する前記堆積層の抵抗値を渦流センサにより測定し、前記半導体基体の表面温度を非接触温度計により測定し、前記渦流センサ及び非接触温度計の出力に基づき前記加熱を制御して、前記堆積層を抵抗値を所定値に設定することを特徴とする熱処理方法である。

③本発明は、シリサイド層を形成する熱処理装置であって、放射熱源により加熱する加熱炉と、前記加熱炉内で進行するシリサイド化をその抵抗値の変化で検出する非接触型の抵抗値検知手段と、前記抵抗値検出手段からの出力によって導電層のシリサイド化の終点判定を行って加熱炉の温度を制御する制御手段と、を有することを特徴とするものである。

【0031】④本発明は、熱処理方法に於いて、加熱によって変化する導電層の抵抗値を非接触型の抵抗値検知手段で測定し、前記抵抗値が所望の値に達した場合に、前記加熱を停止して抵抗値を所定の値に設定することを特徴とする熱処理方法である。

⑤本発明は、シリサイド層を形成する熱処理方法に於いて、放射熱源による加熱によるシリサイド化の進行を、

非接触型の抵抗値検知手段によって導電層のシリサイド化による抵抗値の変化を検出し、前記導電層が所定の抵抗値に達した場合に、前記加熱を停止して前記導電層の抵抗値を所定の値に設定することを特徴とする熱処理方法である。

⑥本発明は、前記導電層がシリサイド層であり、前記抵抗値検出手段は渦流センサであることを特徴とする③乃至⑤に記載の熱処理装置である。

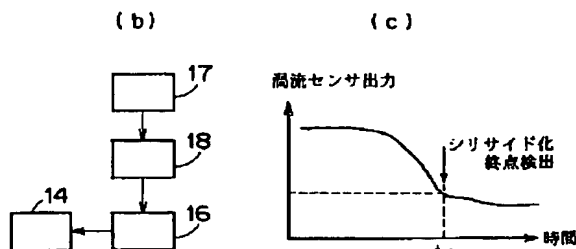
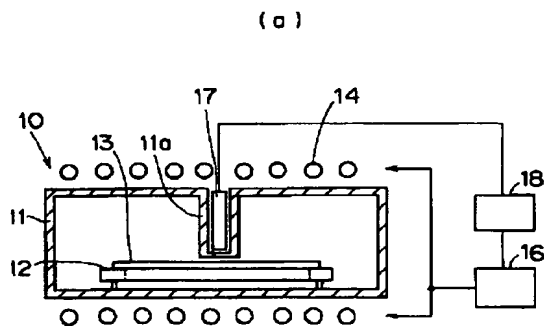
【図面の簡単な説明】

【図 1】(a) は本発明の熱処理装置の一実施例を示す図、(b) はその温度制御系を示すブロック図、(c) は渦流センサの出力を示す図である。

【図 2】本発明の熱処理装置の他の実施例を示す図である。図である。

【図 3】本発明の熱処理装置の温度制御系を示すブロッ

【図 1】



\* ク図である。

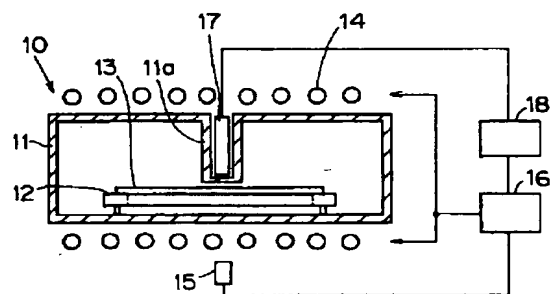
【図 4】(a) は放射温度計の出力を示す図、(b) は渦流センサの出力を示す図である。

【図 5】(a) は従来の加熱装置の一例を示す図、(b) はその温度制御を示す図である。

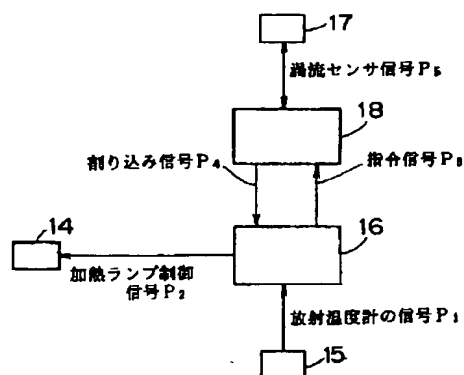
【符号の説明】

- 10 加熱炉
- 11 石英容器
- 12 石英支持台 (トレー或いはポート)
- 13 ウェハ
- 14 加熱ランプ
- 15 放射温度計
- 16 ランプ制御回路
- 17 渦流センサ
- 18 渦流センサ演算回路

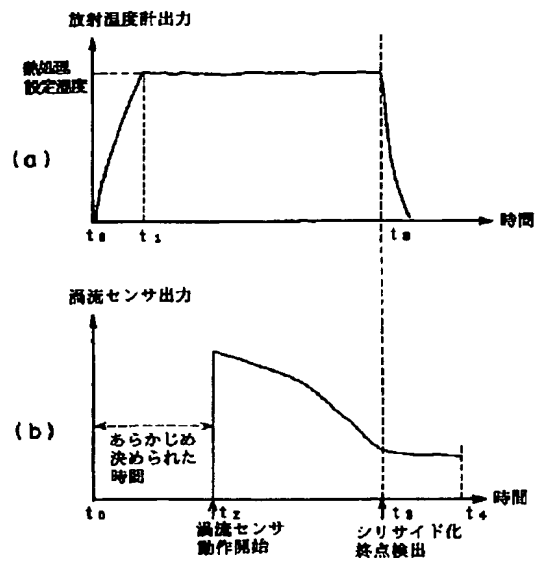
【図 2】



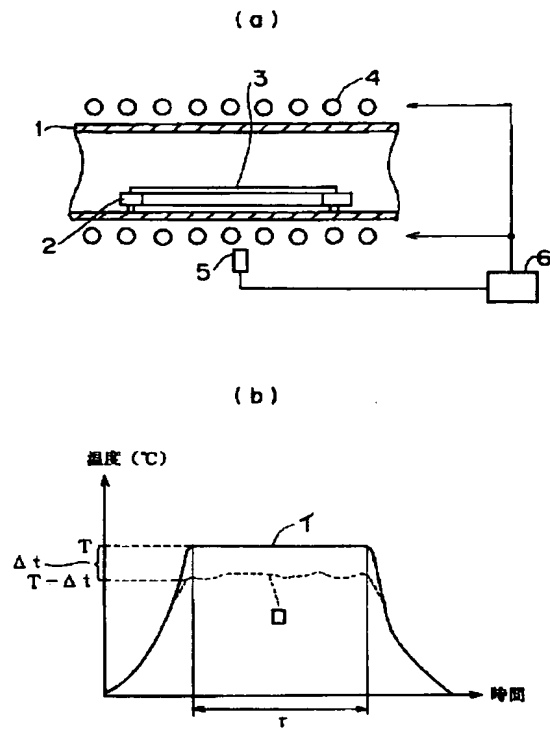
【図 3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>  
H01L 21/324

識別記号 庁内整理番号  
Z

F I

技術表示箇所